



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 32 34 598.4
22 Anmeldetag: 17. 9. 82
43 Offenlegungstag: 22. 3. 84

DE 32 34 598 A 1

71 Anmelder:

Brückner Trockentechnik GmbH & Co KG, 7250
Leonberg, DE

72 Erfinder:

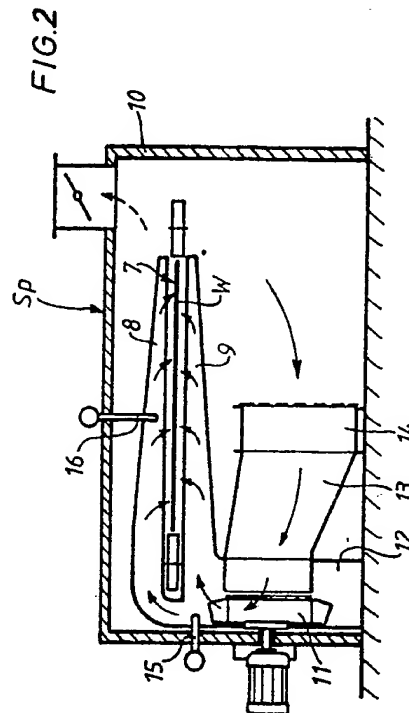
Antrag auf Nichtnennung

56 Recherchenergebnisse nach § 43 Abs. 1 PatG:

DE-OS	29 31 574
DE-GM	80 31 895
DE-GM	77 17 141
GB	6 36 092
US	39 61 425
US	24 42 148

54 Verfahren und Vorrichtung zur Regelung der Verweilzeit einer Warenbahn in einer Wärmebehandlungsvorrichtung

Das Verfahren dient zur Regelung der Verweilzeit einer Warenbahn (W) in einer kontinuierlich arbeitenden Wärmebehandlungsvorrichtung (Sp). Zur Erzielung einer optimalen Warenqualität mit relativ einfach durchzuführenden Maßnahmen wird die Warenbahn-Temperatur an Meßstellen in den einzelnen Vorrichtungs-Behandlungsfeldern mittels elementarer Meßwertgeber (15, 16) im Zuströmbereich und Abströmbereich von zirkulierender Umluft gemessen, wobei die festgestellte Temperaturdifferenz als Maß für den Energieumsatz an der Warenbahn zur Ermittlung der Warenbahn-Erwärmung herangezogen wird. In Abhängigkeit von dieser Temperaturmessung erfolgt dann eine Steuerung der Warenbahn-Transportgeschwindigkeit in der Weise, daß die Warenbahntemperatur während einer vorgegebenen Verweilzeit einen Mindest-Temperaturwert übersteigt. Diese Regelung kann mit großer Zuverlässigkeit, rasch und automatisch durchgeführt werden.



DE 32 34 598 A 1

Dr.-Ing. Dr. jur. VOLKMAR TETZNER

RECHTSANWALT und PATENTANWALT

Van-Gogh-~~Str.~~ Straße 3

8000 MÜNCHEN 71

Telefon: (089) 79 88 03

Telegramme: „Tetznerpatent München“

Telex: 5 212 282 pate d

Br 5257

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Regelung der Verweilzeit einer Warenbahn in einer von der Warenbahn kontinuierlich durchlaufenen, über ihre Länge in mehrere Behandlungsfelder unterteilten Wärmebehandlungsvorrichtung, wobei die Wärmebehandlung innerhalb der Vorrichtung durch zirkulierende Umluft erfolgt und wobei die Temperatur der Warenbahn in jedem Behandlungsfeld an Meßstellen gemessen und die Warenbahn nach Erreichen eines vorgegebenen Mindest-Temperaturwertes während einer vorgegebenen Verweilzeit wenigstens auf diesem Mindest-Temperaturwert gehalten wird,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Warenbahntemperatur an jeder Meßstelle in der Vorrichtung mittels elementarer Meßwertgeber indirekt gemessen wird, indem mit Hilfe je eines solchen Meßwertgebers die zirkulierende Umluft einerseits im Zuströmbereich und andererseits im Abströmbereich der Umluft gemessen und die festgestellte Temperaturdifferenz als Maß für den Energieumsatz an der Warenbahn zur Ermittlung der erfolgten Warenbahn-Erwärmung benutzt wird, und daß die Transportgeschwindigkeit der Warenbahn in Abhängigkeit von der Temperaturmessung auf die vorgegebene Verweilzeit bei dem

- 1 vorgegebenen Mindest-Temperaturwert einge-
regelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
5 daß durch Messung der Warenbahntemperatur an den
über die Länge der Wärmebehandlungsvorrichtung
verteilten Meßstellen die räumliche Lage des-
jenigen Punktes ermittelt wird, an dem die
Temperatur der Warenbahn den vorgegebenen Mindest-
10 Temperaturwert erreicht, und daß die Transport-
geschwindigkeit der Warenbahn so geregelt wird,
daß die Durchlaufzeit der Warenbahn von diesem
Punkt bis zum Ende der Wärmebehandlungsvorrichtung
der vorgegebenen Verweilzeit entspricht.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, daß der an einer ausgewählten Stelle er-
mittelte Temperatur-Istwert mit dem Mindest-
Temperaturwert verglichen und die Transport-
20 geschwindigkeit der Warenbahn so geregelt wird,
daß einerseits der Temperatur-Istwert mindestens
dem Mindest-Temperaturwert entspricht und anderer-
seits die Durchlaufzeit der Warenbahn von dieser
ausgewählten Meßstelle bis zum Ende der Wärme-
25 behandlungsvorrichtung mindestens gleich der
vorgegebenen Verweilzeit ist.
- 30 4. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die von
jeder Meßstelle erhaltenen Temperatur-Meßsignale
in einem programmierbaren Elektronenrechner ver-
arbeitet werden, von dem die Transportgeschwindig-

- 1 keit der Warenbahn in Abhängigkeit von der ge-
 messenen Warenbahntemperatur und dem vorgegebenen
 Mindest-Temperaturwert gesteuert wird.
- 5 5. Verfahren nach wenigstens einen der vorhergehen-
 den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die
 vorzugsweise durch eine Kunstfaserbahn ge-
 bildete Warenbahn in der Wärmebehandlungsvor-
 richtung getrocknet und/oder thermofixiert wird.
- 10 6. Wärmebehandlungsvorrichtung, insbesondere Spann-
 maschinentrockner, zur Durchführung des Verfahrens
 nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei über die
 Länge der Vorrichtung eine Anzahl von Behandlungs-
15 feldern vorgesehen ist, die je nach dem Umluft-
 prinzip arbeiten, dadurch gekennzeichnet, daß
 in jedem Behandlungsfeld (1 bis 6) im Zuström-
 und Abströmbereich der Umluft je ein elementarer
 Meßwertgeber (15, 16) angeordnet ist, wobei beide
20 Meßwertgeber jedes Behandlungsfeldes an einen
 gemeinsamen Temperaturdifferenz-Meßwertumformer
 (17) angeschlossen und diese Temperaturdifferenz-
 Meßwertumformer ihrerseits an einen der Behandlungs-
 vorrichtung (Sp) zugeordneten, programmierbaren
25 Elektronenrechner (18) angeschlossen sind, der
 mit einem den Warenbahn-Transport bewirkenden,
 stufenlos veränderbaren Hauptantrieb (19) der
 Vorrichtung steuerungsmäßig in Verbindung steht.

30

1 Verfahren und Vorrichtung zur Regelung der Ver-
 weilzeit einer Warenbahn in einer warmehandlungs-
 vorrichtung

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung
 der Verweilzeit einer Warenbahn in einer von der
 Warenbahn kontinuierlich durchlaufenen, über ihre
 Länge in mehrere Behandlungsfelder unterteilten
10 Behandlungsvorrichtung, gemäß dem Oberbegriff des
 Anspruches 1. Außerdem befaßt sich die Erfindung
 mit einer Vorrichtung zur Durchführung eines
 solchen Verfahrens.

15 Für eine Wärmebehandlung von textilen Warenbahnen
 ist es von besonderer Bedeutung, für die verschie-
 densten Warenarten jeweils die optimale Behandlungs-
 temperatur und -zeit einzustellen und einzuhalten,
 wenn eine hohe Qualität der behandelten Ware erzielt
 werden soll.

20 Aus der Praxis ist nun eine Vielzahl von Verfahren
 bekannt, nach denen die Wärmebehandlung der Waren-
 bahn in der dafür bestimmten Vorrichtung nach ver-
 schiedenen Kriterien überwacht und gesteuert wird.
25 Da bei einer solchen Wärmebehandlung vor allem
 mehrere verschiedene Eigenschaften der Warenbahn
 (z.B. Wärmeübergangswerte und Flächengewichte) so-
 wie außerdem die Behandlungstemperatur und die
 Transportgeschwindigkeit innerhalb der Behandlungs-
30 vorrichtung eine Rolle spielen, ist es für das
 Bedienungspersonal einer solchen Wärmebehandlungs-
 vorrichtung äußerst schwierig, die jeweils optimalen

- 1 Behandlungswerte richtig einzustellen und zu über-
wachen. Man hat daher bereits versucht, die Über-
wachung und Steuerung bzw. Regelung einer solchen
Warenbahnbehandlung halbautomatisch oder vollauto-
5 matisch zu bewerkstelligen, wobei dann beispiels-
weise die Behandlungstemperatur in der Vorrichtung
während des Warenbahndurchlaufs nachgeregelt wird.
- Bei diesen aus der Praxis bekannten Verfahren und
10 Vorrichtungen sind im allgemeinen noch verhältnis-
mäßig komplizierte Maßnahmen und aufwendige Ein-
richtungen erforderlich, um eine zuverlässige
automatische Regelung erzielen zu können.
- 15 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde,
ein Verfahren der im Oberbegriff des Anspruches 1
vorausgesetzten Art zu schaffen, das sich im Ver-
gleich zu bekannten Ausführungen durch seine ver-
hältnismäßig einfachen und doch äußerst wirkungs-
20 vollen Regulationsmaßnahmen und -mittel auszeichnet
und dabei zu optimalen Wärmebehandlungsergebnissen
führt.
- Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst,
25 daß die Warenbahntemperatur an jeder Meßstelle in
der Vorrichtung mittels elementarer Meßwertgeber
indirekt gemessen wird, indem mit Hilfe je eines
solchen Meßwertgebers die zirkulierende Umluft
einerseits im Zuströmbereich und andererseits im
30 Abströmbereich der Umluft gemessen und die fest-
gestellte Temperaturdifferenz als Maß für den
Energieumsatz an der Warenbahn zur Ermittlung der

1 erfolgten Warenbahn-Erwärmung benutzt wird, und
daß die Transportgeschwindigkeit der Warenbahn
in Abhängigkeit von der Temperaturmessung auf die
vorgegebene Verweilzeit bei dem vorgegebenen
5 Mindest-Temperaturwert eingeregelt wird.

Mit Hilfe der erfindungsgemäß verwendeten Meß-
wertgeber im Zuströmbereich und im Abströmbereich
der Umluft in jedem Behandlungsfeld der Wärmebe-
10 handlungsvorrichtung läßt sich durch indirekte
Messung, d.h. durch den Energieumsatz an der
Warenbahn, die Warenbahntemperatur mit einfachen
Mitteln und trotzdem äußerst zuverlässig fest-
stellen, so daß man zu jeder Zeit ein äußerst ge-
15 naues Bild des in jedem Behandlungsfeld gerade
herrschenden Temperaturverlaufs augenblicklich
erhalten kann. Die hier verwendeten elementaren
Meßwertgeber sind verhältnismäßig einfach und ro-
bust in ihrem Aufbau und außerdem noch weitgehend
20 wartungsfrei.

In Abhängigkeit von der so ermittelten Warenbahn-
temperatur läßt sich dann auf äußerst einfache
Weise die Warenbahn-Transportgeschwindigkeit
25 derart einstellen, daß die erforderliche
Verweilzeit der Warenbahn innerhalb der Wärme-
behandlungsvorrichtung sowie bei der vorge-
gebenen Mindest-Behandlungstemperatur gewähr-
leistet ist, wodurch für jede Warenart die
30 spezifische, optimale Wärmebehandlung erfolgen
kann. Diese einfachen Regulationsmaßnahmen sind
ferner ideale Voraussetzungen für eine sehr

1 zuverlässige automatische Arbeitsweise der Wärme-
behandlungsvorrichtung.

5 Eine Wärmebehandlungsvorrichtung zur Durchführung
dieses Verfahrens ist insbesondere in Form eines
Spannmaschinentrockners ausgebildet, über dessen
Länge eine Anzahl von Behandlungsfeldern vorge-
sehen ist, die je nach dem Umluftprinzip arbeiten.

10 Erfindungsgemäß zeichnet sich diese Wärmebehandlungs-
vorrichtung durch die im Kennzeichen des Anspruches
6 angegebenen Merkmale aus.

15 Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus
den Unteransprüchen sowie aus der folgenden Be-
schreibung einiger anhand der Zeichnung näher er-
läuterter Ausführungsbeispiele. In dieser Zeichnung
zeigen

20 Fig. 1 eine stark vereinfachte Schemadarstellung
einer sechs Behandlungsfelder aufweisen-
den Wärmebehandlungsvorrichtung mit zu-
gehörigem elektrischen Blockschaltbild;

25 Fig. 2 eine vereinfachte Querschnittsansicht
durch die Wärmebehandlungsvorrichtung
gemäß Fig. 1, um die Anordnung der Meß-
stellen zu veranschaulichen;

30 Fig. 3a, 3b, 3c ein Temperaturverlaufsdigramm in der
Wärmebehandlungsvorrichtung gemäß Fig.
1 und 2, mit dazugehörigem Balkendia-
gramm zur Darstellung von Temperatur-

1 differenzen der Zuström- und Abströmluft
in den einzelnen Feldern;

5 Fig. 4 ein Temperaturverlaufsdigramm zur Er-
läuterung eines zweiten Beispieles.

10 Anhand der Fig. 1 und 2 sei zunächst die Ausbildung
und Anordnung der Meßstellen sowie die Ausbildung der
zur Auswertung der Meßsignale erforderlichen Ein-
richtungen anhand eines einfachen Beispieles er-
läutert.

15 Die Wärmebehandlungsvorrichtung wird bevorzugt durch
einen Spannmaschinentrockner (Sp) gebildet, der grund-
sätzlich in eine beliebige, für den jeweiligen Ein-
satzfall angepaßte Anzahl von Behandlungsfeldern
unterteilt sein kann. Im angenommenen Fall sind
sechs Behandlungsfelder 1 bis 6 vorgesehen sowie
im wesentlichen gleichartig und in der aus dem
20 Querschnitt gemäß Fig. 2 ersichtlichen Weise mit
oberhalb und unterhalb der Warenbahn-Transportebene
7 angeordneten Behandlungsdüsen 8, 9 ausgeführt,
wie es an sich bekannt ist. Jedes dieser Behandlun-
gsfelder 1 bis 6 arbeitet nach dem an sich bekannten
25 Umluftprinzip, wobei innerhalb des Trocknergehäuses
10 ein Umluftventilator 11 in einem gemeinsamen
Zuströmkanal 12 der Behandlungsdüsen 8, 9 und vor
dem Ansaugkanal 13 des Umluftventilators 11 ein
Wärmetauscher (Heizkörper) 14 angeordnet sind.

30 In jedem so ausgebildeten Behandlungsfeld 1 bis 6
ist im Zuströmbereich und im Abströmbereich der
Umluft je ein elementarer Meßwertgeber 15 bzw. 16
installiert, wobei der Meßwertgeber 16 im Bereich

- 1 der unmittelbar von der Warenbahn W abströmenden
Umluft bzw. Rückluft angeordnet ist, während der
Meßwertgeber 15 die Zuluft im Zuströmkanal 12
zwischen Umluftventilator 11 und Düsen 8, 9 mißt.
- 5 Mit Hilfe dieser elementaren Meßwertgeber 15, 16
in jedem Behandlungsfeld 1 bis 6 (bzw. an jeder
Meßstelle) erfolgt eine indirekte Temperatur-
messung, indem der Energieumsatz der Warenbahn W
durch Ermittlung der Temperaturdifferenz zwischen
10 Zuluft und Rückluft in Abhängigkeit des Wärme-
verbrauchs der Warenbahn W durch Wasserverdampfung
und Erwärmung der Ware festgestellt wird.
- 15 Den beiden Meßwertgebern 15, 16 jedes Behandlun-
gfeldes 1 bis 6 ist je ein Temperaturdifferenz-Meß-
wertumformer 17 (vgl. Fig. 1) zugeordnet, und alle
Meßwertumformer 17 sind ihrerseits an einen dem
Spannmaschinentrockner Sp zugeordneten Elektronen-
rechner 18 angeschlossen, bei dem es sich um einen
20 programmierbaren Mikrorechner handeln kann. Diesem
Rechner 18 können alle gewünschten Vorgabedaten ein-
gespeichert werden, sodaß er für die jeweils ge-
wünschte Behandlungstemperatur und Behandlungszeit
sowie Verweilzeit sofort die jeweils erforderliche
25 Maschinengeschwindigkeit ermittelt. Dieser Rechner
18 steht dabei mit einem den Warenbahn-Transport
durch den Spannmaschinentrockner Sp bewirkenden,
stufenlos veränderbaren Hauptantrieb 19 in der
Weise in Verbindung, daß jede erforderliche
30 Änderung in der Maschinengeschwindigkeit steuerungs-
mäßig sofort auf den Hauptantrieb 19 übertragen
wird, wodurch dieser in entsprechender Weise ver-

1 stellt werden kann.

Die hier verwendeten elementaren Meßwertgeber sind verhältnismäßig einfach, robust im Aufbau, haben
5 sich in anderen Zusammenhängen bereits vielfach bewährt und sind weitgehend wartungsfrei. Falls tatsächlich einmal ein solcher Meßwertgeber ausfallen sollte, so kann er mit einem verhältnismäßig geringem Kostenaufwand rasch ausgewechselt
10 werden. Wichtig ist bei der geschilderten Verwendung dieser Meßwertgeber sowie bei der Weiterverarbeitung der ermittelten Meßwerte jedoch, daß durch diese indirekte Messung des Temperaturverlaufes der Warenbahn (durch den Energieumsatz an
15 der Warenbahn) zu jeder Zeit ein äußerst genaues Bild des in jedem Behandlungsfeld 1 bis 6 bzw. an jeder Meßstelle gerade herrschenden Temperaturverlaufs augenblicklich wiedergegeben werden kann.

20 Der mit Hilfe der Meßwertgeber 15, 16 in jedem Behandlungsfeld 1 bis 6 ermittelten Temperaturdifferenzen können zur Kontrolle und Anzeige der jeweils herrschenden Temperaturverläufe bzw. des gesamten Wärmebehandlungsprozesses in Diagramm-
25 form gemäß den Fig. 1a bis 1c verwendet werden.

Bei der Wärmebehandlung der textilen Warenbahn W, bei der es sich vor allem um eine Kunstfaserbahn handeln kann, sei vorausgesetzt, daß diese Waren-
30 bahn kontinuierlich durch den Spannmaschinentrockner Sp hindurchtransportiert wird. In Fig. 3b ist die Längsunterteilung des Spannmaschinentrockners Sp

- 1 in die Behandlungsfelder 1 bis 6 in weiter
schematisierter Form dargestellt und dabei in
entsprechender Weise dem Temperaturverlaufs-
diagramm gemäß Fig. 3a sowie dem Balkendiagramm
5 gemäß Fig. 3c angepaßt (vgl. gestrichelte Linien).
Es sei ferner vorausgesetzt, daß die zu behandeln-
de Kunstfaserbahn in diesem Spannmaschinentrockner
Sp thermofixiert werden soll.
- 10 Bei der Wärmebehandlung im Spannmaschinentrockner
Sp wird die Temperatur der Warenbahn an den in
jedem Behandlungsfeld 1 bis 6 vorgesehenen Meß-
stellen mit Hilfe der Meßwertgeber 15, 16 ge-
messen. Für die hier durchzuführende Thermo-
15 fixierung der Kunstfaserbahn, die trocken in
den Spannmaschinentrockner Sp einläuft, wird
ein für diese Warenart spezifischer Mindest-
temperaturwert vorgegeben, der im Diagramm der
Fig. 3a bei etwa 180°C liegen soll. Betrachtet
20 man nun den Verlauf der Kurve I in Fig. 3a, dann
ist festzustellen, daß bei einer bestimmten
Transportgeschwindigkeit der Warenbahn der vor-
gegebene Mindesttemperaturwert nach dem zweiten
Behandlungsfeld 2 im Spannmaschinentrockner Sp
25 erreicht ist, d.h. durch Messung der Warenbahn-
temperatur über die gesamte Trocknerlänge wird
die räumliche Lage desjenigen Punktes x ermittelt,
an dem die Warenbahn-Temperatur den vorgegebenen
Mindesttemperaturwert erreicht hat. Bei der für
30 die Kurve I in Fig. 3a angenommenen Transportge-
schwindigkeit der Warenbahn verbleibt dann inner-
halb der Gesamtbehandlungszeit t im Spannmaschinen-

1 trockner noch eine Verweilzeit der Warenbahn vom
Punkt x bis zum Ende des Trockners, wobei diese
Verweilzeit der Durchlaufzeit der Warenbahn durch
5 die vier Behandlungsfelder 3 bis 6 entspricht, wie
es in Fig. 3a mit L_{xI} angedeutet ist. Diese Durch-
laufzeit der Warenbahn vom Punkt x bis zum Ende
des Spannmaschinentrockners ist dann die Ver-
weilzeit der Warenbahn bei dem vorgegebenen
10 Mindesttemperaturwert. Die nach dem Punkt x noch
leicht ansteigende Kurve I läßt erkennen, daß
die Temperatur der Warenbahn während der er-
läuterten Verweilzeit im Trockner noch weiter
ansteigt. Im Trocknerlängsabschnitt vor dem räum-
lichen Punkt x erfolgt dagegen das Erwärmen der
15 Warenbahn, so daß im Temperaturverlaufdiagramm
gemäß Fig. 3a im Bereich vor dem Punkt x von
der Erwärmungszeit gesprochen wird.

Wie bereits weiter oben angedeutet, ist für jede
20 Warenart eine spezifische Wärmebehandlung er-
forderlich, um optimale Qualitätsergebnisse er-
zielen zu können. Wird nun bei einem Wechsel der
Warenart oder durch die laufende Überwachung bzw.
das Messen an den einzelnen Meßstellen festge-
25 stellt, daß bei dem Temperaturverlauf gemäß
Kurve I in Fig. 3a - bei der gerade bestehenden
Maschinengeschwindigkeit - die Durchlaufzeit der
Warenbahn von dem genannten Punkt x bis zum Ende
bzw. Auslauf des Spannmaschinentrockner Sp kleiner
30 ist als die vorgegebene Verweilzeit, dann muß die
Maschinengeschwindigkeit so weit verkleinert und
dadurch die räumliche Lage des Punktes x (auf der

1 Länge des Trockners) so weit verändert werden,
bis die Durchlaufzeit der Warenbahn von diesem
neuen Punkt zum Trocknerende der vorgegebenen
Verweilzeit entspricht. Im Hinblick auf das
5 Temperaturverlaufsdigramm gemäß Fig. 3a be-
deutet dies, daß durch eine Verkleinerung der
Maschinengeschwindigkeit die Warenbahn bereits
etwa im mittleren Bereich des zweiten Behandlungs-
feldes 2 den vorgegebenen Mindesttemperaturwert
10 erreicht hat; die räumliche Lage des Punktes x
im Trockner ist damit nach vorn gerückt, wie
es durch den Punkt x_{II} in Fig. 3a angedeutet ist.
Dieses Vorverschieben der räumlichen Lage des
Punktes x ergibt somit eine längere Durchlauf-
15 zeit L_{xII} der Warenbahn vom neuen Punkt x II bis
zum Trocknerende, wobei diese längere Durchlauf-
zeit L_{xII} der vorgegebenen Verweilzeit entspricht.
Die sich bei dieser Verweilzeit und Maschinenge-
schwindigkeit ergebende Wärmebehandlung ist durch
20 die Kurve II in Fig.3a wiedergegeben, d.h. die
in diesem Falle behandelte Warenbahn wird stärker
aufgeheizt als die im ersten Beispiel beschriebene
(Kurve I).

25 Umgekehrt verhält es sich dagegen, wenn - wiederum
ausgehend von der Maschinengeschwindigkeit bei einer
Warenbahnbehandlung gemäß Kurve I - die Durchlauf-
zeit der Warenbahn vom Punkt x größer ist als die
vorgegebene Verweilzeit. In diesem Falle wird
30 dann die Maschinengeschwindigkeit so weit ver-
größert und dadurch die räumliche Lage des Punktes
x im Spannmaschinentrockner Sp so weit nach hinten

- 1 verschoben (auf den Punkt xIII), bis die Durch-
laufzeit L_{xIII} der Warenbahn von diesem neuen
Punkt xIII bis zum Trocknerende dann der vorge-
gebenen Verweilzeit entspricht. Die sich dann
5 ergebende Wärmebehandlung der Warenbahn ist durch
die Kurve III in Fig.3a veranschaulicht, nach
der Aufwärmzeit der Warenbahn bis zum vorge-
gebenen Mindesttemperaturwert dann bis zum Ende
des dritten Trocknerbehandlungsfeldes 3 dauert
10 und die Warenbahn dann während der Verweilzeit
weniger stark aufgeheizt wird als in den vor-
hergehenden Beispielen gemäß den Kurven I und III
in Fig. 3a.
- 15 In allen drei zuvor geschilderten Wärmebehandlungs-
beispielen für Warenbahnen wird somit die Verweil-
zeit trotz variabler Maschinengeschwindigkeit
konstant geregelt.
- 20 Die bei einer solchen Wärmebehandlung mit Hilfe
der Meßwertgeber 15, 16 ermittelten Temperatur-
differenzen können dann in Form eines Balken-
diagrammes gemäß Fig. 3c wiedergegeben und evtl.
auf einem Video-Bildschirm angezeigt werden, wo-
25 durch man zu jeder Zeit einen exakten Überblick
der oben erläuterten Temperaturverläufe bzw. des
gesamten Wärmebehandlungsprozesses erhält. Das
Balkendiagramm gemäß Fig. 3c ist den Behandlungs-
abläufen gemäß Fig. 3a und 3b angepaßt.
- 30 Im Balkendiagramm läßt sich ablesen, daß die größten
Temperaturdifferenzen an den Meßstellen bzw. in

1 den Behandlungsfeldern (z.B. 1 und 2) festge-
stellt werden, wo die wesentliche Aufheizung
bzw. Erwärmung der Warenbahn erfolgt. Die mit
Hilfe der Meßwertgeber 15, 16 ermittelten
5 Temperaturdifferenzen verringern sich mit Er-
reichen des vorgegebenen Mindesttemperatur-
wertes, bis sie bei Erreichen der optimalen
Behandlungstemperatur (z.B. Fixiertemperatur),
die mit der Heißlufttemperatur identisch ist,
10 praktisch null wird, wie sich aus dem Balken-
diagramm gemäß Fig. 3c im Bereich der Behandlungs-
felder 4, 5 und 6 ergibt.

15 In jedem Falle kann jedoch das zuvor anhand der
Fig. 1 bis 3 erläuterte Verfahren in dem Spann-
maschinentrockner Sp in optimaler Weise auto-
matisch durchgeführt werden, wobei notwendige
Änderungen in der Transportgeschwindigkeit der
Warenbahn augenblicklich erfaßt und über den
20 Rechner 18

25

30

1 steuerungsmäßig sofort an den Hauptantrieb 19 des
Trockners weitergeleitet werden können, um die
Warenbahn-Transportgeschwindigkeit in Anpassung an
die vorgegebene Verweilzeit bei vorgegebenem Min-
5 desttemperaturwert einzustellen.

Das geschilderte Verfahren eignet sich daher in
hervorragender Weise zum Thermofixieren einer Kunst-
faserbahn, da durch dieses Verfahren der Fixier-
10 temperaturverlauf äußerst genau eingehalten werden
kann. Es sei jedoch auch festgestellt, daß andere
entsprechende Wärmebehandlungen von ^{textilen} Warenbahnen in
gleicher Weise und mit ähnlicher Präzision durchge-
führt werden können, beispielsweise das Trocknen
15 einer Warenbahn oder - was in der Praxis vielfach
vorkommt - die Kombination von Trocknen und Fixie-
ren, d.h. im ersten Abschnitt der Behandlungsvor-
richtung wird eine naß oder feucht aufgegebene Waren-
bahn zunächst getrocknet und dann im zweiten Vor-
20 richtungsabschnitt thermofixiert.

Ein weiter vereinfachtes Verfahren zur Regelung der
Verweilzeit einer Warenbahn in der Warenbahn-Behand-
lungsvorrichtung sei an folgendem Beispiel sowie an-
25 hand des in Fig.4 dargestellten Temperaturverlaufs-
diagrammes erläutert, in dem wiederum die gesamte Be-
handlungszeit in der Wärmebehandlungsvorrichtung auf
der Abszisse mit t und die erreichte Warenbahntempe-
ratur (in $^{\circ}\text{C}$) durch die Ordinate angegeben sind. Die
30 Wärmebehandlungsvorrichtung selbst kann in ähnlicher
Weise, wie zuvor erläutert, durch einen Spannmaschi-
nentrockner mit mehreren Behandlungsfeldern gebildet

1 werden.

Es wird auch in diesem Falle die Warenbahntempera-
tur bevorzugt an einer Reihe von über die Vorrich-
5 tungslänge verteilten Meßstellen gemessen. Hierbei
sei angenommen, daß der an der Meßstelle A innerhalb
der Vorrichtung ermittelte Temperatur-Istwert ausge-
wählt wird, damit er mit einem vorgegebenen Tempe-
ratur-Sollwert dieser Meßstelle A verglichen wird.
10 Die Meßstelle A ist in diesem Beispiel konstant (und-
gleiches gilt auch für die übrigen über die Länge der
Wärmebehandlungsvorrichtung verteilten, in Fig.4 je-
doch nicht näher veranschaulichten Meßstellen).

15 Betrachtet man in dem Temperaturverlaufsdiagramm
gemäß Fig.4 zunächst den Verlauf der Temperaturkur-
ve a unter der Voraussetzung, daß der vorgegebene
Sollwert (der der vorgegebenen Mindesttemperatur der
Warenbahn entspricht) bei dem Punkt x liegt (in die-
sem Falle also etwa bei 180°C), dann ist festzu-
20 stellen, daß bei einer Wärmebehandlung der Warenbahn
nach dem Temperaturverlauf gemäß Kurve a der an der
Meßstelle A gemessene Temperatur-Istwert x_a noch
deutlich unter dem vorgegebenen Mindesttemperaturwert
25 liegt. Die Warenbahn wird in diesem Falle (Kurve a)
während einer zu kurzen Verweilzeit bei der erforder-
lichen Mindesttemperatur behandelt. Um die zumin-
dest erforderliche Verweilzeit der Warenbahn inner-
halb der Wärmebehandlungsvorrichtung erreichen zu
30 können, muß also die Transportgeschwindigkeit der
Warenbahn verkleinert werden.

1 Im Temperaturverlauf gemäß der Kurve b in Fig.4
wird nun der vorgegebene Mindesttemperaturwert
(Punkt x) genau an der Meßstelle A erreicht, d.h.
der gemessene Temperatur-Istwert stimmt mit dem
5 vorgegebenen Sollwert genau überein. Beim Temperatur-
verlauf nach der Kurve b ist dann auch die Durchlauf-
zeit der Warenbahn von der ausgewählten Meßstelle A
bis zum Ende der Wärmebehandlungsvorrichtung
genau gleich der vorgegebenen Verweilzeit. Auch diese
10 Mindestwerte für Temperatur und Verweilzeit können für
viele Warenarten noch nicht ausreichend sein, um
optimale Warenqualitäten erzielen zu können. Eine
Optimierung der Wärmebehandlung kann dann erzielt
werden, wenn die Transportgeschwindigkeit der Waren-
15 bahn noch weiter verringert wird, so daß sich die
Temperaturverlaufskurve c in Fig.4 ergeben kann.
Der an der ausgewählten Meßstelle A dann ermittelte
Temperatur-Istwert x_c liegt im Vergleich zum vorge-
gebenen Mindest-Temperaturwert x dann etwas höher,
20 so daß die Warenbahntemperatur bei der weiter ver-
ringerten Transportgeschwindigkeit gemäß Kurve c
etwas über dem Mindest-Temperaturwert liegt und auch
die Durchlaufzeit der Warenbahn von der Meßstelle A
bis zum Vorrichtungsende etwas größer ist als die
25 vorgegebene Mindest-Verweilzeit.

1 Bei diesem anhand der Fig.4 erläuterten Regelver-
fahren wird daher mit Hilfe der Meßstelle A gewisser-
maßen eine Führungsmeßstelle bestimmt, und es wird
die vorgegebene Warenbahntemperatur - über das Energie-
5 Umsatzminimum - an dieser Stelle konstant geregelt.
Im Vergleich zu dem anhand der Fig.1 bis 3c beschrie-
benen ersten Ausführungsbeispiel wird es bei dieser
vereinfachten Verfahrensvariante (Fig.4) vorgezogen,
anstelle eines Elektronenrechners lediglich einen
10 einfachen Regler zu verwenden, über den die Regelung
der ausgewählten Meßstelle A erfolgt. An dieser aus-
gewählten Meßstelle A wird der gewünschte Sollwert
festgelegt.

15 Im Hinblick auf die verschiedenen Ausführungsformen
des erfindungsgemäßen Verfahrens sei ergänzend noch
darauf hingewiesen, daß auch bei automatischer Be-
triebsweise eine Umschaltmöglichkeit auf manuellen
Betrieb vorgesehen sein kann. Dies macht sich vor
20 allem beim Hochfahren der Wärmebehandlungsvorrich-
tung auf die notwendige Behandlungstemperatur und
-geschwindigkeit sehr vorteilhaft bemerkbar. Nach
diesem Hochfahren kann dann auf automatische Regelung
umgeschaltet werden. Diese Umschaltmöglichkeiten
25 von automatischen auf manuellen Betrieb sind außerdem
auch beim Auftreten irgendwelcher Störungen von Vor-
teil.

28.

Leerseite

FIG. 1

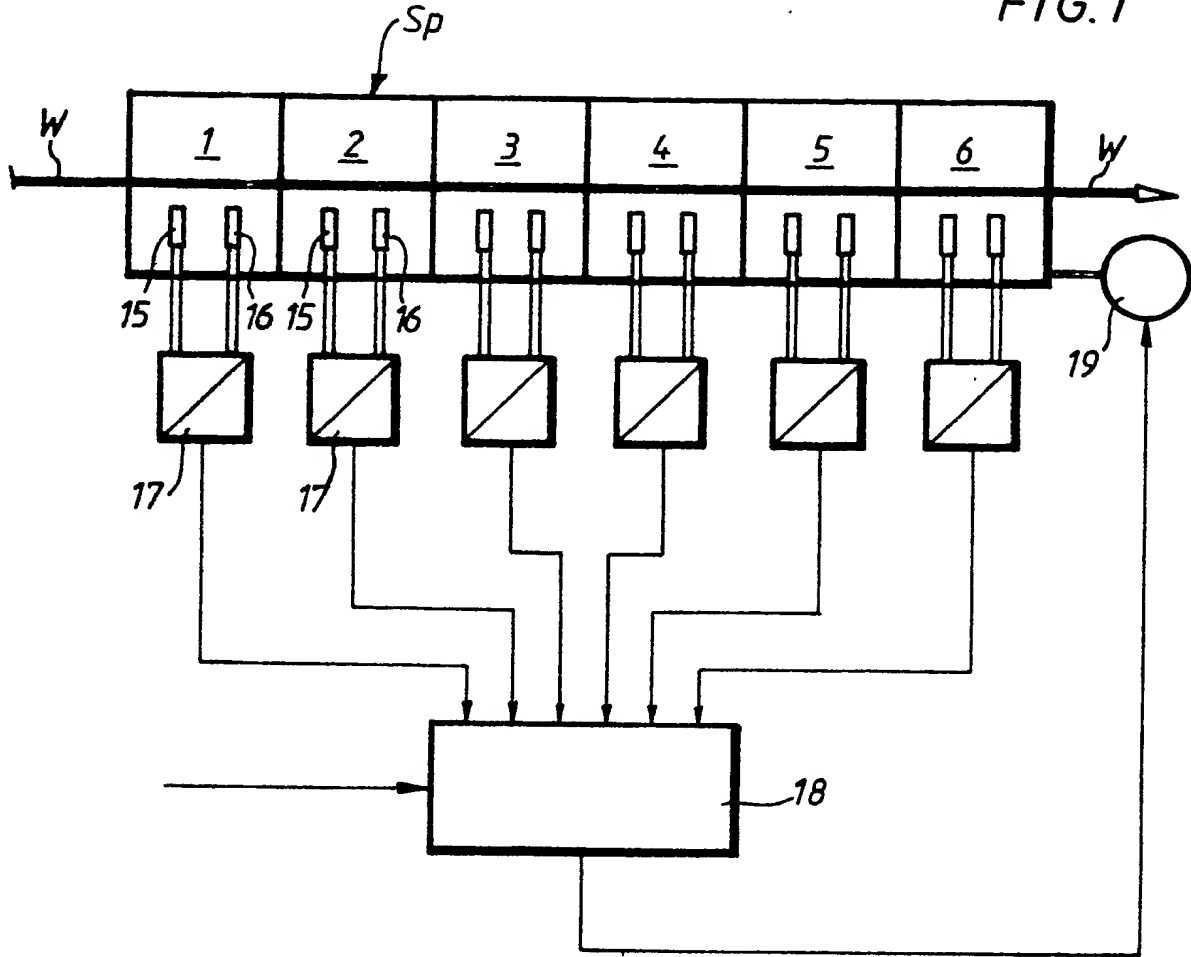
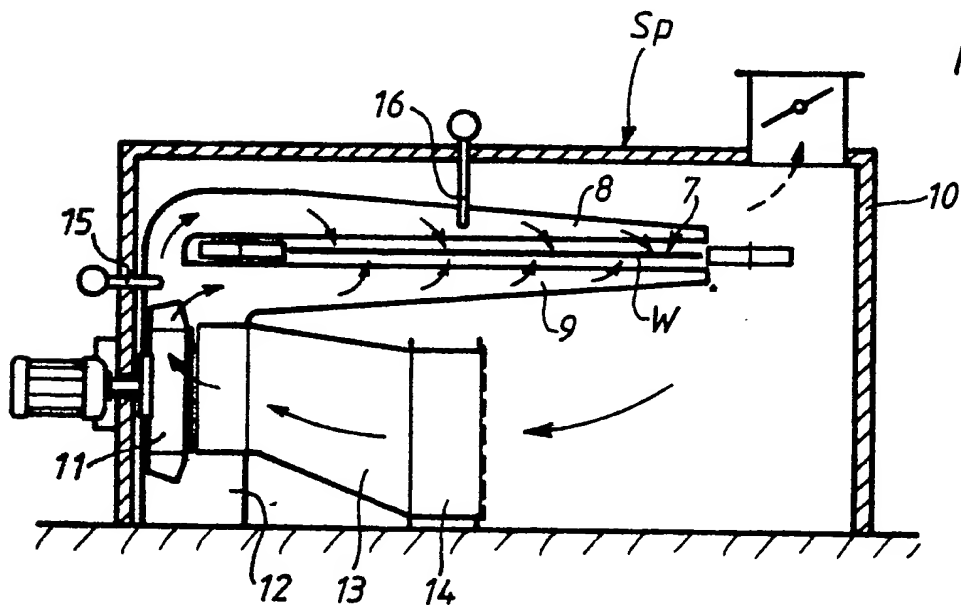


FIG. 2



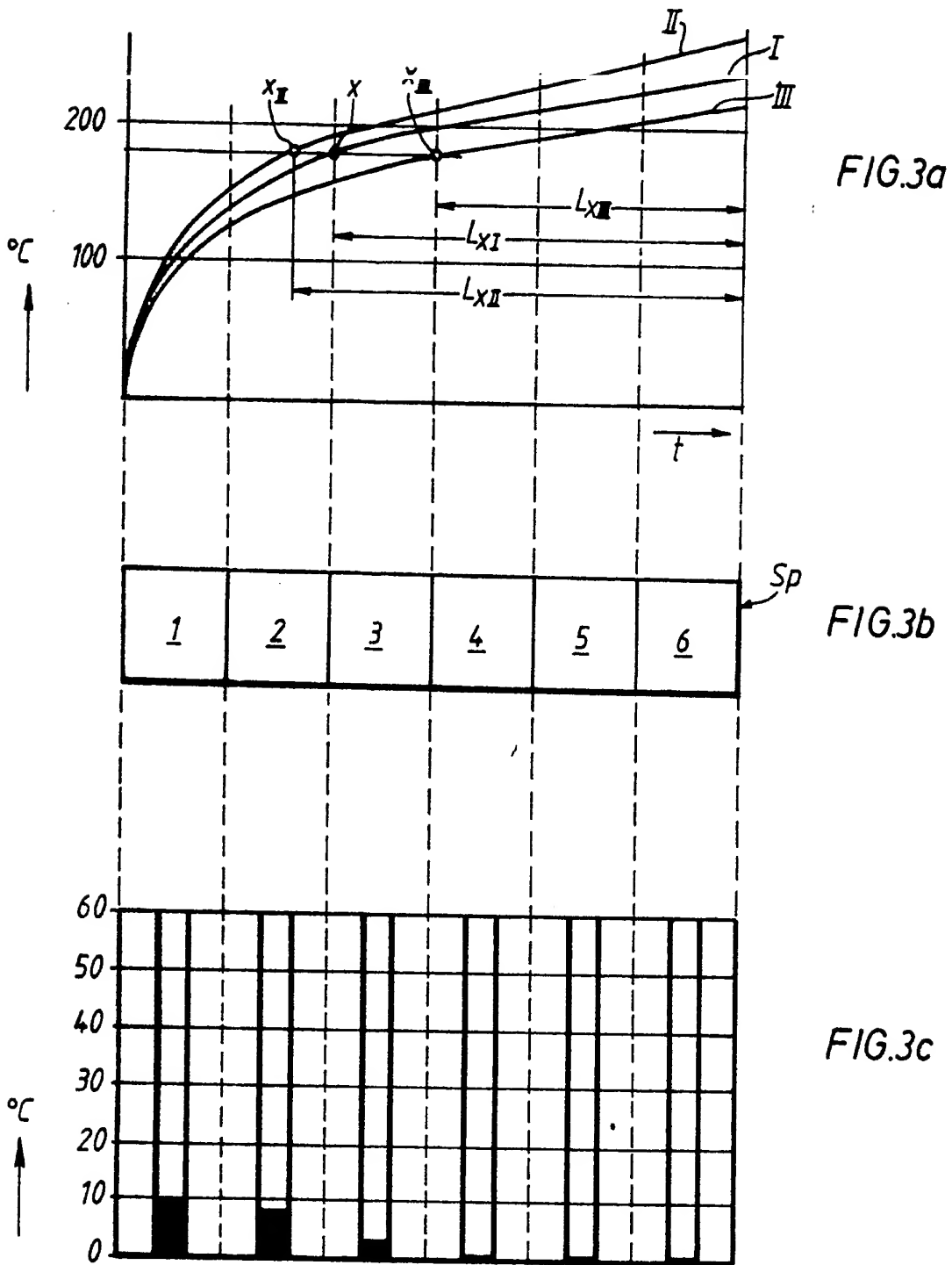


FIG. 4

